

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-144255
(P2002-144255A)

(43)公開日 平成14年5月21日 (2002.5.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト [*] (参考)
B 25 F 5/00		B 25 F 5/00	G 2 D 0 5 8
B 25 D 13/00		B 25 D 13/00	5 H 5 4 0
H 02 K 41/03		H 02 K 41/03	A 5 H 6 4 1
H 02 P 7/00	101	H 02 P 7/00	101 B

審査請求 未請求 請求項の数12 O.L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-338181(P2000-338181)

(22)出願日 平成12年11月6日 (2000.11.6)

(71)出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 金 弘中
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 篠原 茂
茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工機株式会社内

(74)代理人 100074631
弁理士 高田 幸彦 (外1名)

最終頁に続く

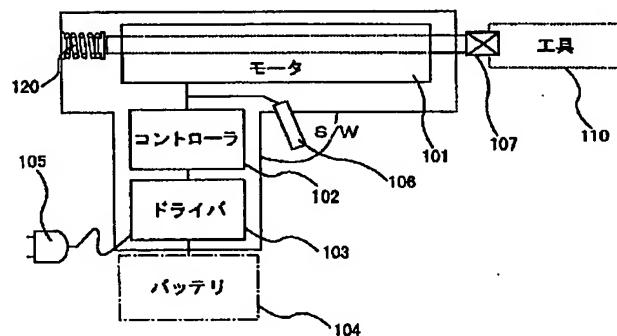
(54)【発明の名称】 リニアモータ付電動工具

(57)【要約】

【課題】従来電動工具の振動、騒音の発生源である機構部をなくすため、電機子と可動子間を通る磁束の漏れを少なくてし、電機子と可動子間に生ずる磁気吸引力を小さくし、モータ効率を良くし高出力化を可能にしたリニアモータ付電動工具を提供する。

【解決手段】前記リニアモータは電機子の一方の磁極に磁気的に結合され、該可動子の移動方向に対し略垂直方向に第1段及び第2段に分けて配列した一方の磁極歯列と、可動子の他方の磁極に磁気的に結合され、該可動子の移動方向に対し略垂直方向に第1段及び第2段に分けて配列した他方の磁極配列とを有し、該一方に設けた磁極配列の第1段の磁極歯と該他方に設けた磁極歯列の第1段の磁極歯が該可動子の移動方向に対して交互に配置され、該一方に設けた磁極配列の第2段の磁極歯と該他方に設けた磁極歯列の第2段の磁極歯が該可動子の移動方向に対して交互に配置され、該一方及び該他方の第1段の磁極歯列と該一方及び該他方に設けた第2段の磁極歯列の間に該可動子が配列されたリニアモータを用いる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】移動方向に沿って所定ピッチで設けられた磁極を有し、先端に先端工具が装着される可動子と、可動子の移動方向に沿って所定ピッチでかつ可動子を介して対向するように可動子の上下に設けられた磁極歯と、これら磁極歯の隣接する磁極歯及び対向する磁極歯が異極となるように励磁するコイルとを備え、可動子、磁極歯、コイルによりリニアモータを構成し、前記コイルを所定の制御回路に従って励磁することによって可動子を往復移動させ、この往復移動の過程で先端工具による作業を行うようにしたことを特徴とするリニアモータ付電動工具。

【請求項2】請求項1において、前記リニアモータと前記電機子と前記可動子の相対的な変位と磁極を検出するセンサとその信号をフィードバックする制御部とパワードライブ部からなるクローズループ制御システムを構成することを特徴とするリニアモータ付電動工具。

【請求項3】請求項1において、前記リニアモータと制御部とパワードライブ部からなるオープンループ制御システムを構成することを特徴とするリニアモータ付電動工具。

【請求項4】請求項1から3のいずれかにおいて、前記リニアモータと、パワードライブ部と、前記リニアモータの誘起電圧を検出し、該電圧検出値に基づいて、前記電機子と可動子の相対的な磁極位置を推定する手段を含む制御部からなる制御システムを構成することを特徴とするリニアモータ付電動工具。

【請求項5】請求項1から3のいずれかにおいて、前記リニアモータと、パワードライブ部と、前記リニアモータに流れる電流を検出し、該電流検出値に基づいて、前記電機子と可動子の相対的な磁極位置を推定する手段を含む制御部からなる制御システムを構成することを特徴とするリニアモータ付電動工具。

【請求項6】請求項1から5のいずれかにおいて、前記リニアモータの前記電機子を複数個並べ、極ピッチをPとするとき、隣り合うの相異なる電機子の磁極歯とのピッチを $(k \cdot P + P/M) \quad \{ (k = 0, 1, 2, \dots), (M = 2, 3, 4, \dots) \}$ {ここに、kは隣り合う電機子の配置可能範囲で自由に選べる数、Mはモータの相数} とすることを特徴とするリニアモータ。

【請求項7】請求項1から6のいずれかにおいて、前記リニアモータの可動子の先端には多種類の先端工具を交換して取り付けることが出来る結合部を構成することを特徴とするリニアモータ付電動工具。

【請求項8】請求項1から7のいずれかにおいて、前記リニアモータの可動子の往復移動範囲には防塵機構を備えたことを特徴とするリニアモータ付電動工具。

【請求項9】請求項1から8のいずれかにおいて、前記電動工具の冷却装置を備えたことを特徴とするリニアモータ付電動工具。

【請求項10】請求項1から9のいずれかにおいて、前記電動工具の電源としてはバッテリ、または外部電源どちらでも駆動可能にした切換え機能を備えたことを特徴とするリニアモータ付電動工具。

【請求項11】請求項1から10のいずれかにおいて、前記リニアモータの先端工具が装着されない他方の可動子先端にはバネを備えたことを特徴とするリニアモータ付電動工具。

【請求項12】請求項1において、該リニアモータは、磁性体で形成された電機子と、該電機子に巻回されたコイルと、該電機子が生ずる磁場に作用することにより、該電機子と相対的に移動可能な可動子とからなるリニアモータであって、該リニアモータは更に電機子の一方の磁極に磁気的に結合され、該可動子の移動方向に対し略垂直方向に第1段及び第2段に分けて配列した一方の磁極歯列と、可動子の他方の磁極に磁気的に結合され、該可動子の移動方向に対し略垂直方向に第1段及び第2段に分けて配列した他方の磁極配列とを有し、該一方に設けた磁極配列の第1段の磁極歯と該他方に設けた磁極歯列の第1段の磁極歯が該可動子の移動方向に対して交互に配置され、該一方に設けた磁極配列の第2段の磁極歯と該他方に設けた磁極歯列の第2段の磁極歯が該可動子の移動方向に対して交互に配置され、該一方及び該他方の第1段の磁極歯列と該一方及び該他方に設けた第2段の磁極歯列の間に該可動子が配列されたリニアモータを用いて、該可動子の先端に先端工具が装着され、該可動子の往復移動の過程で先端工具による作業を行うようにしたことを特徴とするリニアモータ付電動工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電動工具に関し、特に、鋸、ハンマー、ノミ、鉄等の先端工具を取付け、先端工具を往復動させて作業を行う電動工具に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の電動工具においては往復動動作による切断、切削等を行う場合、モータ回転子の回転運動を直線運動に変換する機構により対応していた。一方、リニアモータ付電動工具において、前記リニアモータは様々な構造のリニアモータが考えられている。しかし、従来のリニアモータは回転機を切り開いて直線駆動する構造のものが多く用いられている。例えば、特開2000-79460号公報には、環状の磁極部を軸線方向に複数備えたステータと駆動シャフトを取り巻くように巻回された電磁コイルを備えた打撃装置が開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】回転運動を直線運動に変換する機構の場合、構成上著しい振動と騒音が生じ、作業を進める上で大きな障害となっている。一方、従来

のリニアモータの場合、回転機を切り開いて直線駆動する構造のものであるため、リニアモータ付電動工具において、電機子と可動子間の漏れ磁束が多くモータ効率が悪く、電動工具のように高出力を必要とする用途には実用化が困難であった。さらに、電機子と可動子の間に磁気吸引力が一方向に働くため、可動子の支持機構に大きな負担がかかり、構造に歪みが生じて様々な弊害を生じ実用化が困難であった。

【0004】本発明の目的は、従来電動工具の振動、騒音の発生源である機構部をなくすため、電機子と可動子間を通る磁束の漏れを少なくして、電機子と可動子間に生ずる磁気吸引力を小さくすることにより、モータ効率を良くし高出力化を可能にしたリニアモータ付電動工具を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、駆動電源、制御装置からなるリニアモータシステムに工具を設けたリニアモータ付電動工具において、該リニアモータは電機子と相対的に移動可能な可動子からなるリニアモータであって、該リニアモータは更に前記電機子の一方の磁極に磁気的に結合され、該可動子の移動方向に対し略垂直方向に第1段及び第2段に分けて配列した一方の磁極歯列と、前記可動子の他方の磁極に磁気的に結合され、該可動子の移動方向に対し略垂直方向に第1段及び第2段に分けて配列した他方の磁極配列とを有し、該一方に設けた磁極配列の第1段の磁極歯と該他方に設けた磁極歯列の第1段の磁極歯が該可動子の移動方向に対して交互に配置され、該一方に設けた磁極配列の第2段の磁極歯と該他方に設けた磁極歯列の第2段の磁極歯が該可動子の移動方向に対して交互に配置され、該一方及び該他方の第1段の磁極歯列と該一方及び該他方に設けた第2段の磁極歯列の間に該可動子が配列されたりニアモータを構成すれば良い。

【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。また、図中において、同一符号でしめす構成要素は、同一物又は相当物である。

【0007】図1は、リニアモータ付電動工具の基本構成ブロック図である。101は後述する電機子と可動子からなるリニアモータであり、102はコントローラ、103はドライバー、104はバッテリ、105は電源コード、106はスイッチ、バネ120、107は結合部、110は結合部107を介して可動子の先端に装着される先端工具である。また、前記電動工具の電源としてはバッテリ、または外部電源どちらでも駆動可能にした切換機能(図示せず)を備える。また、バッテリ104、電源コード105は必要に応じて脱着が可能である。前記リニアモータの先端工具110が装着されない他方の可動子先端にはバネ120を備えて、バンパーの機能を用いる。更に、可動子6の往復移動にバネ120

の共振現象を利用して電動工具の効率を上げる。

【0008】図16は、図1の基本構成図に冷却装置121、防塵機構122を備えたことを示す本発明の他のブロック図である。図16において、冷却装置121は電動機による強制空冷式や、リニアモータ101の表面に冷却ピン(図示せず)等を備える。可動子6の往復移動範囲には防塵機構122を備えて、切粉、鉄粉、ゴミ、埃等が前記リニアモータに吸着するのを防止する。

【0009】図2、図3は本実施形態のリニアモータを用いた制御ブロック図を示す。図2(a)はリニアモータの電機子と可動子の相対的な変位と磁極を検出するセンサ(図示せず)とその信号をフィードバックする制御部とパワードライブ部からなるクローズループ制御システムを構成するブロック図を示す。図2(b)はリニアモータと制御部とパワードライブ部からなるオープンループ制御システムを構成するブロック図を示す。

【0010】図3(a)は、リニアモータと、電圧センサと、制御器と、パワードライブ部からなる磁極センサレス制御システムを構成するブロック図を示す。本実施形態においては、電圧センサを用いてリニアモータが発生する誘起電圧を制御器内に読み込んでいる。制御器内では、誘起電圧の大きさから磁極位置を推定し、リニアモータを駆動する信号をパワードライブ部へ出力する。本構成の制御システムでは、磁極位置センサをリニアモータ部に取り付けることなく、安定にリニアモータを駆動できるようになる。

【0011】図3(b)は、リニアモータと、電流センサと、制御器と、パワードライブ部からなる磁極センサレス制御システムを構成するブロック図を示す。本実施例においては、電流センサを用いてリニアモータに流れる電流を制御器内に読み込んでいる。制御器内では、リニアモータに印加している電圧と検出電流値から、リニアモータの誘起電圧を演算し、磁極位置を推定演算する。本構成の制御システムでは、磁極位置センサをリニアモータ部に取り付けることなく、安定にリニアモータを駆動できるようになる。

【0012】図4は前記リニアモータに多種類の工具を交換して取り付ける一例を示す。図4において、鋸、ハンマー、ノミ、バリカン鉄、剪定鉄、彫刻機具等を示しているが、往復直線運動で作業するものなら使えることは言うまでもない。

【0013】図5は本発明電動工具に用いるリニアモータの概略構成を示す。図5(a)は、本発明の一実施形態によるリニアモータの基本構成図であり、図5(b)は、それらの基本構成を多極化した概略の一例を示す。

【0014】図5(a)において、51は第一の対向部を有する鉄心であり、52は第二の対向部を有する鉄心である。前記鉄心51と前記鉄心52には上部と下部の磁極が互い違いになるように構成されている。ここで、

前記鉄心51の上部磁極歯11aと下部磁磁極歯21bを第一の対向部と定義し、前記鉄心52の下部磁極歯12bと上部磁極歯22aを第二の対向部と定義する。よって、(2n-1)番目の鉄心は第一の対向部、(2n)番目の鉄心は第二の対向部になるように電機子を構成する(但し、n=1、2、3、……)。また、図5(a)に示すように、前記鉄心51と前記鉄心52には一つの巻線4が巻回される。

【0015】可動子6は前記鉄心51の第一の対向部に挟持され、かつ、可動子が前記鉄心52の第二の対向部に挟持され、電機子とは相対移動することを特徴とするリニアモータである。ここに、電機子は鉄心と巻線4からなり、可動子は永久磁石、磁性体、非磁性体からなる。また、各対向部の上部磁極歯と下部磁磁極歯の間に一定のギャップ8を設け、ギャップ8に前記可動子を通して、可動子が第一の対向部に挟持され、かつ、可動子が前記第二の対向部に挟持された構造を形成する。上記により、本実施形態のリニアモータ各対向部の上部磁極歯と下部磁磁極歯の間ギャップには磁束が上部と下部の磁極歯間を交番して上下に流れる電機子を形成し、ギャップを通して可動子が相対移動する構造になる。

【0016】図6に、本実施形態のリニアモータの磁束が流れる概念と積層鋼板により組み立てられた概略図を示す。

【0017】上記のような構成にすれば、図6(a)に示すように電機子3の各対向部の上部磁極歯(11a、22a)と下部磁磁極歯(21b、12b)の間のギャップには磁束が上部と下部の磁極歯間を交番して上下に流れる電機子3を形成し、ギャップを通して可動子6が相対移動する構造になる。

【0018】また、本実施形態のリニアモータでは、可動子6と上部磁極歯(11a、22a)に働く吸引力と可動子6と下部磁磁極歯(21b、12b)に働く吸引力の大きさはほぼ同じであり、かつ、吸引力が働く方向は反対であるので、全体の吸引力は小さくなる。このため、可動子6と電機子3の磁極歯間の吸引力を小さくすることができ、支持機構の負担を小さくできる。

【0019】図6(b)において、電機子3は積層鋼板からなり、前記第一の対向部と第二の対向部が交互に複数個配置された構造である。また、電機子3の巻線4が配置される鉄心部と可動子6が挟持される対向部を有する磁極部を積層鋼板により分割製作して組み立てることを示す。

【0020】図7は、図6(b)で示した積層鋼板で構成された電機子をモールドしたイメージを示す。電機子3は積層鋼板、巻線、支持機構(図示せず)を含めてモールドしたものである。また、電機子3は図8に示すように電機子を直列に配置して、A相、B相の各々を個別にモールドしても良いし、多相を纏めてモールドしても良い。図9に示すように電機子を並列に配置して、A

相、B相の各々を個別にモールドしても良いし、多相を纏めてモールドしても良い。

【0021】電機子3の形状は電動工具の形状に合わせて、角材状、円筒状等が可能であり、可動子6も同じく角材状、図11に示すような円筒状等が可能である。

【0022】図8は本実施形態のリニアモータを用いた配置の実施形態を示す。ここで、図8では、電機子3を2個直列に並べることを示す。A相、B相間には電気角90°の位相差を持たせて励磁を切換えることで進行磁界が発生し、可動子6が相対移動する。図13に2相リニアモータの励磁シーケンスを示す。前進後進の移動量および移動速度は先端工具110と被加工材に合った条件により設定される。これは、従来の電動工具と同じである。また、図1に示したスイッチ106に前進後進の移動量、移動速度等を可変する機能を持たせる。

【0023】図14、15に2相リニアモータの他の励磁シーケンスを示す。図14はモータ電流を疑似正弦波にコントロールして、モータのステップ角をより細かなステップ角で駆動する方法で、騒音、振動が小さくなる効果がある。図15はインバータ部で周波数制御と出力電圧制御を同時に用いたため、出力電圧波形はパルス幅変調(PWM)され正弦波状とすることにより、低次高調波を除去できモータの推力アップを低減させることができ、騒音、振動が小さくなる効果がある。

【0024】図9はリニアモータ配置の他の実施形態例を示す。図9では、電機子3、可動子6を2個並列に並べることを示す。電機子3を2個並列に並べ、2個の可動子6を一体化したり、電機子3を複数個並列に並べ、複数個の可動子6を一体化しても同様である。

【0025】なお、本発明の実施形態として、1相、2相リニアモータについて説明したが、3相、4相、5相等の多相リニアモータとして利用することができる。

【0026】リニアモータの電機子3を複数個並べ、極ピッチをPとするとき、隣り合う電機子3の磁極歯とのピッチは $(k \cdot P + P/M) \{ (k = 0, 1, 2, \dots), (M = 2, 3, 4, \dots) \} \{ \text{ここに、} k \text{は隣り合う電機子3の配置可能範囲で自由に選べる数、} M \text{はモータの相数} \}$ とする。

【0027】図10は、本発明の平板状の可動子についての他の実施形態を示す。図11は、前記平板状の可動子を円筒型可動子にした例を示す。図10において、平板状の強磁性体の両面に凸の磁極歯13を設けると、電機子3の対向部の磁極との間で進行方向に対して磁気抵抗が変化する。すなわち、凸の磁極歯13と電機子3の対向部の磁極との間の磁気抵抗は、強磁性体の平板部16と電機子の対向部の磁極との間の磁気抵抗より小さい。この磁気抵抗の変化を利用して、移動自在な可動子6となる。ここで、凸の磁極歯13を強磁性体にし、平板部16に永久磁石を設けることにより、複合型可動子にすることも可能である。また、凸の磁極歯13

を強磁性体にして平板部16を非磁性体とする組み合わせにしても良い。

【0028】図11において、動作原理は図10の説明と同じであり、軸35に強磁性体36と非磁性体37を交互に取り付けた組み合わせとする。また、永久磁石を使用しても良い。

【0029】図12は、本発明の実施形態によるリニアモータの断面図を示す。図12において、支持機構14は電機子3側に、支持機構15は可動子6側に設けられ相対移動する可動子6を支持する機構である。よって、可動子6は、支持機構14、15に支持されてトンネルを通るようにギャップ8を通して相対移動する。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、リニアモータは有効磁束の磁気回路の磁路が短くなり、磁極歯の漏れ磁束を少なくすることにより、モータ効率を良くし高出力化を可能にした。

【0031】また、本実施形態のリニアモータでは、可動子と上部磁極歯に働く吸引力と可動子と下部磁極歯に働く吸引力の大きさは同じであり、かつ、吸引力が働く方向は反対であるので、全体の吸引力は小さくなる。このため、可動子と電機子の磁極歯間の吸引力を小さくすることができ、支持機構の負担を小さくできる。更に、部品点数が少なく、電動工具の薄型化も可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態におけるリニアモータ付電動工具の基本構成を示すブロック図。

【図2】本発明の実施形態の制御ブロック図。

【図3】本発明の実施形態における他の制御ブロック図。

【図4】本発明の実施形態における取付工具の一覧図。

【図5】本発明の電動工具に用いるリニアモータの概略図。

【図6】リニアモータの磁束流れの概念図と積層鋼板により構成した組み立て概略図。

【図7】電機子をモールドしたリニアモータの概略構成例を示す斜視図。

【図8】2個直列に並べたリニアモータを示す模式図。

【図9】2個並列に並べたリニアモータを示す図。

【図10】可動子における他の実施形態のその1を示す図。

【図11】可動子における他の実施形態のその2を示す図。

【図12】本発明の実施形態によるリニアモータの断面図。

【図13】2相リニアモータの励磁シーケンスを示すタイムチャート。

【図14】2相リニアモータの他の励磁シーケンスを示すタイムチャート。

【図15】2相リニアモータの他の励磁シーケンスを示すタイムチャート。

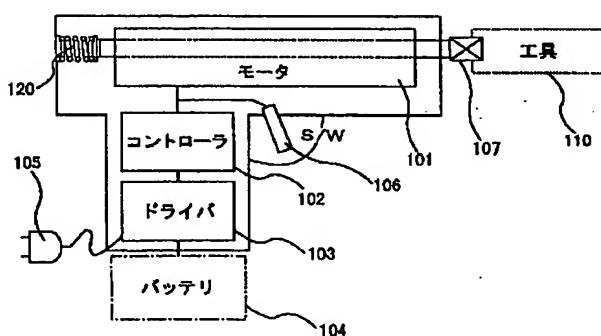
【図16】本発明の他の実施形態におけるリニアモータ付電動工具のブロック図。

【符号の説明】

1…磁極、11a…磁極1の上部磁極歯、12b…磁極1の下部磁極歯、2…磁極、21b…磁極2の下部磁極歯、22a…磁極2の上部磁極歯、3…電機子、4…巻線(電機子側)、5…鉄心、6…可動子、51…リニアモータ、102…コントローラ、103…ドライバー、104…バッテリ、105…電源コード、106…スイッチ、107…結合部、110…先端工具

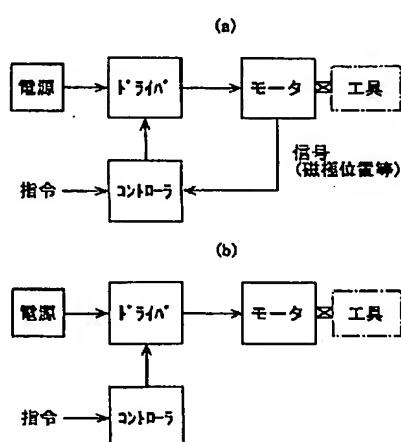
【図1】

図 1



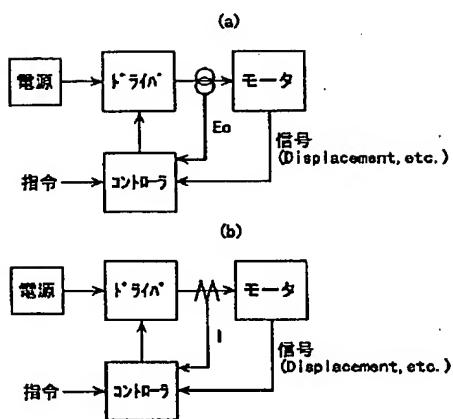
【図2】

図 2



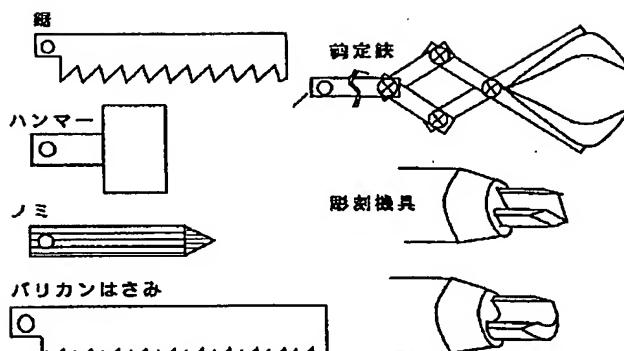
【図3】

図3



【図4】

図4



【図6】

図5

図5

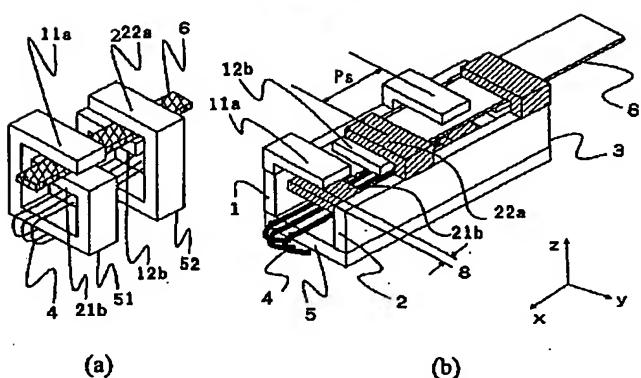
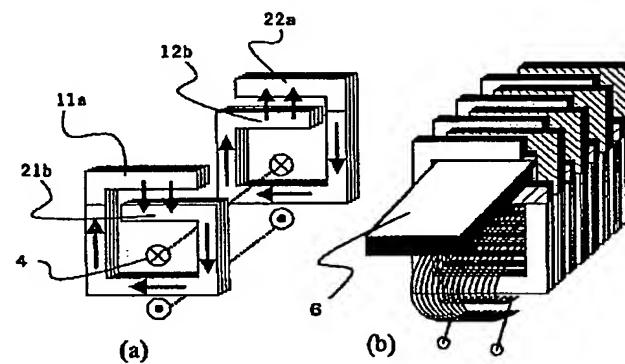
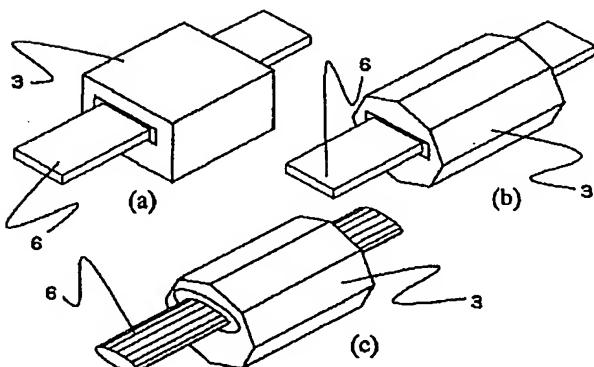


図6



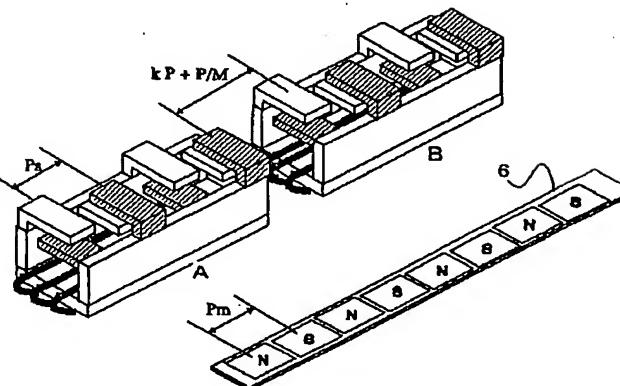
【図7】

図7



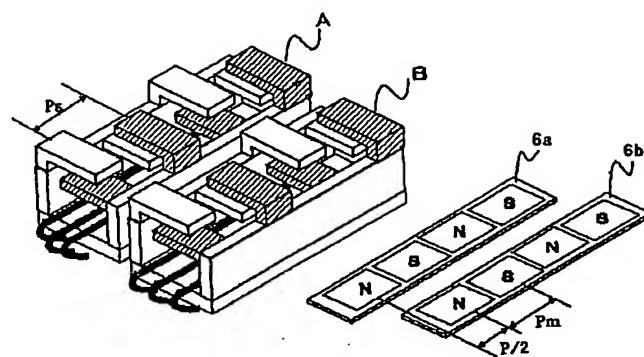
【図8】

図8



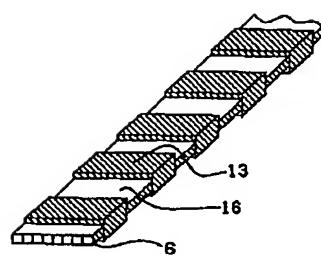
【図9】

図9



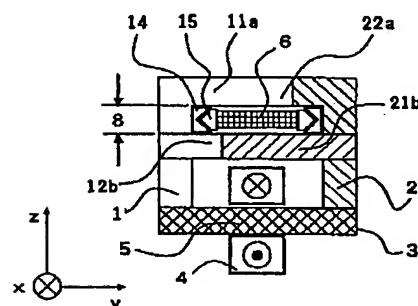
【図10】

図10



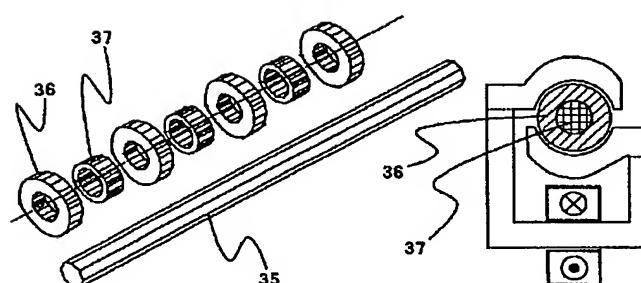
【図12】

図12



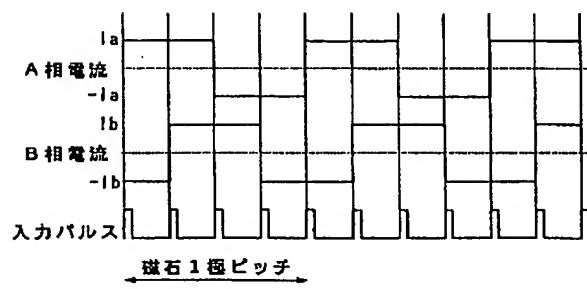
【図11】

図11



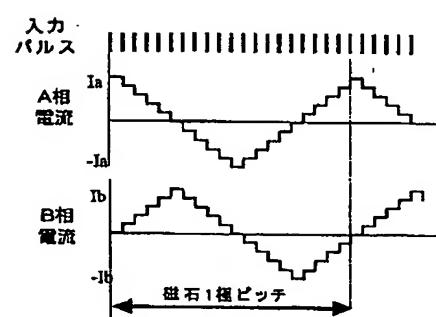
【図13】

図13



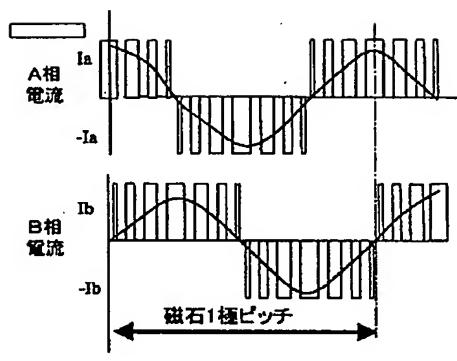
【図14】

図14



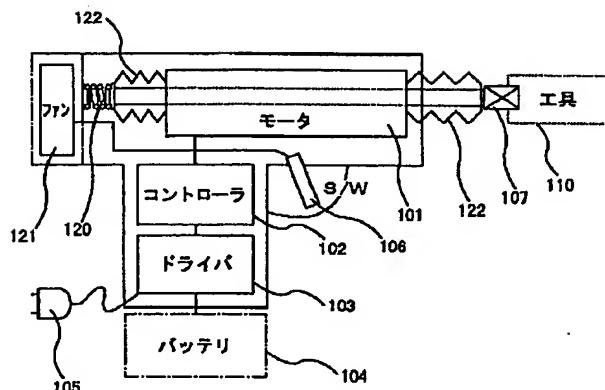
【図15】

図 15



【図16】

図 16



フロントページの続き

Fターム(参考) 2D058 AA15 AA16 CB08
 5H540 AA10 BA05 BB02 BB04 BB06
 BB09 FA02 FA06 FC02 FC03
 5H641 BB06 BB14 BB15 BB19 GG02
 GG04 GG11 GG12 GG24 GG26
 HH03 HH05 HH07 HH09 HH20

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-144255
 (43)Date of publication of application : 21.05.2002

(51)Int.CI.

B25F 5/00
 B25D 13/00
 H02K 41/03
 H02P 7/00

(21)Application number : 2000-338181
 (22)Date of filing : 06.11.2000

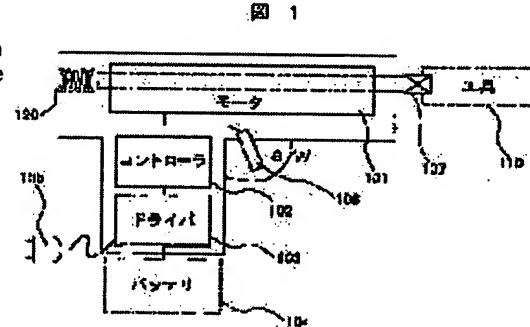
(71)Applicant : HITACHI LTD
 (72)Inventor : KIN KOUCHIYUU
 SHINOHARA SHIGERU

(54) POWER TOOL WITH LINEAR MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a power tool with a linear motor capable of improving motor efficiency and increasing output by reducing leakage of a magnetic flux passing between an armature and a needle and reducing magnetic attraction force generated between the armature and the needle to eliminate a mechanism part which is conventionally a generating source of vibration or noise of the power tool.

SOLUTION: The linear motor has one magnetic pole dentition magnetically connected to one magnetic pole of the armature and arranged separately in a first stage and a second stage roughly in the vertical direction against the moving direction of the needle and the other magnetic pole arrangement magnetically connected to the other magnetic pole of the needle and separately arranged in a first stage and a second stage roughly in the vertical direction against the moving direction of the needle, a magnetic pole tooth of the first stage of the magnetic pole arrangement provided on the one and a magnetic pole tooth of the first stage of the magnetic pole dentition provided on the other are alternately arranged against the moving direction of the needle, a magnetic pole tooth of the second stage of the magnetic pole arrangement on the one and a magnetic pole tooth of the second stage of the magnetic pole dentition provided on the other are alternately arranged against the moving direction of the needle, and the linear motor on which the needle is arranged between the one and other first stage magnetic pole dentition and the second stage magnetic pole dentition provided on the one and the other is used.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]